

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 101 49 765.2

**Anmeldetag:** 2. Oktober 2001

**Anmelder/Inhaber:** Krauss-Maffei Kunststofftechnik GmbH,  
80997 München/DE

Erstanmelder: Universität Stuttgart Institut  
für Kunststofftechnologie, 70199 Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Scheckenelement

**IPC:** B 29 C 47/64

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 6. April 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Strempel'.

**Strempel**

A 56 352 g  
2. Oktober 2001  
g-281

Anmelderin:  
Universität Stuttgart  
Institut für Kunststofftechnologie  
Böblinger Straße 70  
70199 Stuttgart

## Schneckenelement

Die Erfindung betrifft ein Schneckenelement für Zweiwellenextruder mit gleichsinnig drehenden Schneckenwellen und einer dichtkämmenden Außenkontur der darauf angeordneten Schneckenelemente.

Solche Schneckenelemente werden im Stand der Technik zu Misch-, Knet- und Förderoperationen vielfältig eingesetzt. Die dabei zur Anwendung kommenden Außenkonturen sind beispielsweise aus M.L.Booy, Polymer Engineering and Science, September 1978 Volume 18, S. 973-984 bekannt.

Bekannt ist ferner das Einarbeiten von Fasermaterialien in Kunststoffschmelzen beim Extrudieren derselben, wobei das möglichst gleichmäßige Verteilen der Fasern einerseits und das Erhalten einer möglichst großen Faserlänge andererseits Ziel dieser Operationen ist. Dadurch erhält man eine maximale Verstärkungswirkung im Kunststoff durch die eingearbeiteten Fasern.

Problematisch ist bislang, dass für eine homogene Verteilung der Fasern im Kunststoff eine relativ große Extruderlänge zur Verfügung gestellt werden muss, was gleich bedeutend ist mit einer lang dauernden Misch- und Knetoperation, wobei mit zunehmender Dauer dieser Operationen Faserbrüche zunehmen, ebenso wie ein thermischer Abbau der Fasern, der insbesondere bei Naturfasern beobachtet wird. Letzteres führt zu Geruchsbildung, wodurch sich viele Anwendungsfälle für Naturfasern verschließen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, Schneckenelemente der eingangs genannten Art vorzuschlagen, mit denen eine schonende Einarbeitung der Fasern,

A 56 352 g  
2. Oktober 2001  
g-281

insbesondere auch von Naturfasern in Kunststoffschmelzen und Erhaltung einer möglichst langen Faserlänge möglich ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit einem Schneckenelement für Zweiwellenextruder der eingangs beschriebenen Art gelöst, bei dem an der Oberfläche eine Mehrzahl von Oberflächenstrukturelementen angeordnet sind, welche die Außenkontur des Schneckenelements nicht überragen.

Die Außenkontur der Schneckenelemente wie sie in der vorliegenden Beschreibung verwendet wird, ist letztendlich nur eine Evolvente und stellt nicht die aktuelle Außenoberfläche der Schneckenelemente dar, die aufgrund der angeordneten Oberflächenstrukturelemente vielfältig strukturiert ist.

Als Grundkörper für die erfindungsgemäßen Schneckenelemente eignen sich im Prinzip alle bekannten Querschnittsgeometrien wie sie aus der vorgenannten Druckschrift beispielsweise bekannt sind. Darüber hinaus eignen sich auch kreisförmige Grundkörper, wobei immer nur sicher gestellt sein muss, dass die Außenkonturen dichtkämmend sind. Im Sinne der vorliegenden Erfindung wird ein dichtkämmender Zustand insbesondere dann angenommen, wenn der Abstand zwischen den Außenkonturen (Evolventen) der Schneckenelemente maximal 5 mm beträgt.

Man hat nun bei den erfindungsgemäßen Schneckenelementen dichtkämmende Elemente vorliegen, wobei allerdings dies nur für die Außenkontur bzw. Evolvente der Elemente gilt, nicht aber für die eigentliche aktuelle Oberfläche der Schneckenelemente mit den in diese eingebrachte Oberflächenstrukturelementen.

Anders formuliert sind die Schneckenelemente mit ihrem Grundkörper dichtkämmend ausgebildet, wobei eine kämmende Begegnung der individuellen Oberflächenstrukturelemente zweier Schneckenelemente, die auf den parallelen Schneckenwellen nebeneinander benachbart angeordnet sind, nicht vorkommt.

A 56 352 g  
2. Oktober 2001  
g-281

Damit wird vermieden, dass Schneidbewegungen resultieren und die Fasern werden lediglich an der Oberfläche der Schneckenelemente auseinander gekämmt.

Möglich sind bei den Grundkörpern dichtkämmende Elemente mit 1 bis 4 Schneckenkanälen, es sind aber auch Elemente mit mehr Schneckenkanälen oder wie vorher bereits erwähnt mit Kreisgeometrie denkbar und möglich. Wichtig ist nur,

dass die Außenkonturen im Zwickelbereich dichtkämmend sind, d.h. wie zuvor ausgeführt einen maximalen Abstand von 5 mm aufweisen.

Bevorzugte Schneckenelemente weisen Oberflächenstrukturelemente auf, die sich maximal 5 mm von der Außenkontur des Schneckenelements senkrecht zur Tangentialrichtung nach innen erstrecken. Damit wird vermieden, dass zu große Vertiefungen in den Außenkonturen der Schneckenelemente vorkommen, in die Faseranteile eindringen und dann dort mehr oder weniger permanent verbleiben können. Durch die geringe Tiefe der Oberflächenstrukturelemente senkrecht zur Tangentialrichtung der Außenkontur gesehen wird sicher gestellt, dass in die freien Räume zwischen benachbarten Oberflächenstrukturelemente eingedrungene Fasern auch wieder aus dieser Vertiefung herausgefördert werden können und nicht permanent im Schneckenelement verbleiben.

Bevorzugt werden Oberflächenstrukturelemente bei den erfindungsgemäßen Schneckenelementen zum Einsatz gelangen, deren Oberfläche an der Spitze des einzelnen Oberflächenstrukturelements, d.h. benachbart zur Außenkontur des Schneckenelements,  $\leq 2\text{mm}^2$ , weiter bevorzugt  $\leq 1,8\text{mm}^2$  beträgt. Dies erlaubt ein besonders effektives Eindringen der Spitzen der Oberflächenstrukturelemente in die Faserverbunde, die dem Extruder zur Verarbeitung zugeführt werden. Damit ist ein "Auskämmen" der Einzelfasern aus dem Faserverbund und deren Verteilung in der Kunststoffschmelze in möglichst kurzer Zeit möglich.

A 56 352 g  
2. Oktober 2001  
g-281

Als Grundkörper der Oberflächenstrukturelemente eignen sich beispielsweise Pyramiden, Pyramidenstümpfe, Kegel, Kegelstümpfe, Zylinder oder Quaderformen oder auch Mischformen.

Bevorzugt weist das Oberflächenstrukturelement bei einem erfindungsgemäßen Schneckenelement einen Querschnitt auf, der sich von innen nach außen, d.h. in Richtung zur Außenkontur oder Evolvente gesehen, vermindert.

Konische Strukturen wie bei Kegel oder Pyramide vorkommend, sind bevorzugt. Dies erlaubt insbesondere ein einfaches Eindringen der Oberflächenstrukturelemente in die Fasermaterialien (rovings), aber auch eine problemlose Freigabe dieser Materialien in die umgebende Kunststoffschmelze und fördert so eine möglichst schnelle und effektive homogene Verteilung dieser Materialien in der umgebenden Kunststoffschmelze.

Besonders effektive Schneckenelemente weisen eine Flächendichte an Oberflächenstrukturelementen auf, derart, dass sich für eine flexible Faser mindestens noch  $10^8$  Umschlingungsmöglichkeiten pro Flächeneinheit von  $100 \text{ mm}^2$  ergeben. Weiter bevorzugt liegt diese Zahl der Umschlingungsmöglichkeiten bei  $10^{12}$  und mehr.

Die erfindungsgemäßen Schneckenelemente sind so geformt, dass sie eine Außenkontur aufweisen, die im montierten Zustand bei zwei benachbarten auf parallelen Schneckenwellen montierten Schneckenelementen an ihren Außenkonturen einen Abstand im Zwickelbereich von maximal 5 mm sicher stellen.

Bei der Herstellung der erfindungsgemäßen Schneckenelemente kann man so vorgehen, dass man ein Schneckenelement mit der gewünschten Außenkontur herstellt und dann durch Materialabtragung die Oberflächenstrukturelemente in die Außenkontur einarbeitet.

A 56 352 g  
2. Oktober 2001  
g-281

Alternativ kann auch ein Schneckenelement als Ausgangspunkt dienen, welchen kleinere Abmessungen besitzt als die anvisierte Außenkontur. Diese wird erst durch das Aufbringen der Oberflächenstrukturelemente auf die Oberfläche des ursprünglichen Schneckenelements gebildet.

Die Erfindung betrifft weiter einen Zweiwellenextruder mit gleichsinnig drehenden Schnecken, welcher pro Welle ein oder mehrere der erfindungsgemäßen Schneckenelemente wie zuvor beschrieben umfasst.

Hierbei können die Schneckenelemente gemäß vorliegender Erfindung in Transportrichtung des Extruders gesehen nach der Einspeisevorrichtung für Fasermaterialien angeordnet werden, wobei die Vereinzelung und Homogenisierungswirkung durch die Zahl der hintereinander pro Welle angeordneten Schneckenelemente variiert und angepasst werden kann.

Normalerweise empfiehlt es sich, die erfindungsgemäßen Schneckenelemente mit einem gewissen Abstand in Axialrichtung der Welle anzuordnen und gegebenenfalls zwischen den erfindungsgemäßen Schneckenelementen weitere Mischelemente anzuordnen.

Hier kann es sich z.B. empfehlen, auf den Schneckenwellen zunächst Schneckenelemente zur Grobverteilung der Faseranteile anzuordnen und dann erfindungsgemäße Schneckenelemente zur Homogenisierung des Faseranteils in dem Kunststoffmaterial.

Ferner betrifft die Erfindung die Verwendung der erfindungsgemäßen Schneckenelemente zur Vereinzelung und Einarbeitung von Fasern in Kunststoffschmelzen ganz allgemein, wobei die Erfindung insbesondere für die Temperaturempfindlichen Naturfasern geeignet ist.

A 56 352 g  
2. Oktober 2001  
g-281

Als Naturfasern kommen insbesondere Flachs-, Hanf-, Kenaf-, Sisal-, Kokos-, Baumwoll- und Jutefasern in Frage. Selbstverständlich kann man auch anorganische und synthetische organische Fasern mit großem Erfolg mit den erfindungsgemäßen Schneckenelementen verarbeiten. Dies gilt insbesondere für Glas- und Kohlefasern sowie Aramidfasern.

Diese und weitere Vorteile der Erfindung werden im Folgenden anhand der Zeichnungen noch näher erläutert. Es zeigen im Einzelnen:

Figur 1

eine Übersicht über Außenkonturen von erfindungsgemäßen Schneckenelementen;

Figur 2

eine fotografische Darstellung mit Vergrößerung im Detail eines erfindungsgemäßen Schneckenelementes;

Figur 3

eine schematisierte Teildarstellung von Oberflächenstrukturelementen eines erfindungsgemäßen Schneckenelementes;

Figur 4

Schneckenelemente gemäß Figur 1 montiert auf den Schneckenwellen eines Zweiwellenextruders und

Figur 5

eine Testanordnung zur Überprüfung der Wirksamkeit eines erfindungsgemäßen Schneckenelementes.



A 56 352 g  
2. Oktober 2001  
g-281

Figur 1 zeigt vier verschiedene Versionen von Außenkonturen von Schneckenelementen der vorliegenden Erfindung, welche aufgrund ihrer unterschiedlichen Außenkonturen eine, zwei, drei oder vier Schneckengänge im Zweiwellenextruder bilden. Hierbei zeigt die Figur 1 in der linken oberen Darstellung zwei Schneckenelemente 10, die mit ihren Außenkonturen 12 zusammenwirken und auf der Verbindungslinie der beiden Achsen der Wellen 14 einen Zwickel 17 bilden, für den erfindungsgemäß vorzugsweise ein maximaler Abstand von 5 mm gegeben sein soll.

Aufgrund des Einbringens von Oberflächenstrukturelementen (hier im Einzelnen nicht dargestellt) in die Außenkontur 12 der Schneckenelemente 10 ergibt sich im Bereich des Zwickels 17 ein Auskämmen von Fasern aus dem in dem Extruder eingespeisten Faserstrang und einer Vereinzelung dieser Fasern und Verteilung in der umgebenden Kunststoffschmelze.

Dasselbe geschieht bei einer weiteren Ausführungsform von den erfindungsgemäßen Schneckenelementen 20 (Figur 1 oben rechts), welche auf Extruderwellen 22 montiert sind und mit ihren Außenkonturen 24, 25 aneinander abrollen und auf der Verbindungsachse der Wellenmittelpunkte einen Zwickel 26 bilden, wo sich der im Zusammenhang mit der vorher beschriebenen Version stattfindende Auskämmeffekt und Verteilungsvorgang abspielt.

Die beiden Schneckenelemente 20 bilden zwei Schneckenkanäle aus, während die Version, die in der linken unteren Ecke der Figur 1 dargestellt ist, drei Schneckenkanäle ausbildet. Hier wälzen sich Außenkonturen 34, 35 der beiden Schneckenelemente 30 aneinander ab und bilden in der Verbindungslinie der Mittelpunkte der Wellen 32 einen Zwickel 37, in dem der Auskämmeffekt der Fasern abläuft.

Eine weitere Variante ist schließlich in der rechten unteren Ecke der Figur 1 dargestellt, wobei Schneckenelemente 40 auf Wellen 42 angeordnet sind. Aufgrund

A 56 352 g  
2. Oktober 2001  
g-281

der Konfiguration mit vier Spitzen am Außenumfang der Schneckenelemente bilden sich vier Kanäle und die Außenkonturen 44, 45 wälzen sich aneinander ab und bilden einen Zwickel 47, in dem der vorbeschriebene Auskämmvorgang stattfindet.

Figur 2 zeigt im Einzelnen eine bevorzugte Ausführungsform eines Schneckenelementes 50, das als Außenkontur Kreisform annimmt, in die dann in sieben parallelen Reihen ungefähr pyramidenförmige Zähne 54 eingearbeitet sind. Aufgrund der Pyramidenform verjüngen sich die Querschnittsflächen der einzelnen Oberflächenstrukturelemente 54 in Richtung zur Außenkontur hin im Wesentlichen stetig, und im vorliegenden Beispiel liegt die Flächenspitze, d.h. benachbart zur Außenkontur 52, im Bereich von weniger als  $1 \text{ mm}^2$ . Die Tiefe der Zähne liegt unter 5 mm. Im vorliegenden Fall sind es ca. 1,5 mm, und dies entspricht auch ungefähr dem Abstand der Spitzen der Zähne voneinander.

Die hier gezeigte Pyramidenstruktur der Oberflächenstrukturelemente lässt sich nicht nur bei der Kreisform der Außenkontur eines Schneckenelementes der vorliegenden Erfindung realisieren, sondern ist auch möglich bei den in Figur 1 gezeigten Varianten.

Die hier gezeigte Pyramidenform oder Pyramidenstumpfform lässt sich ohne große Änderung in der Wirksamkeit des erfindungsgemäßen Schneckenelementes betreffend die Vereinzelung von Fasern aus einem Faserstrang heraus, modifizieren, z.B. in Kegelstumpfform oder auch andere unregelmäßige Konfigurationen, wobei im vorliegenden Beispiel der Figur 2 die Pyramidenform aufgrund der einfachen Herstellungsweise gewählt wurde.

Wichtig zur Optimierung des Auskämmeffektes der erfindungsgemäßen Schneckenelemente ist es, dass sich der Querschnitt der Elemente in Richtung zur Außenkontur 52 hin verjüngt, so dass die Elemente ungefähr Nadelform, oder wie hier gezeigt Pyramidenform aufweisen. Dadurch dringen die Spitzen der Oberflä-

A 56 352 g  
2. Oktober 2001  
g-281

chenstrukturelemente leichter in ein Faserbündel ein und können aus diesem leicht Fasern herauskämmen.

Die Wahl der Tiefe der Oberflächenstrukturelemente oder der Zähne wird bestimmt durch den Wunsch, beim Auskämmeffekt die Fasern wieder an die umgebende Polymerschmelze freizugeben, so dass nicht Fasern am Grund der Oberflächelementstruktur haften bleiben und diese zusetzen. Dem dient auch die verjüngte Form der Oberflächenstrukturelemente, die ein leichteres Auslösen der zwischen der einzelnen Oberflächenstrukturelementen verhakten Fasern ermöglichen.

Aufgrund theoretischer Überlegungen, die ausgehen von den typischen Faserdicken der zu verarbeitenden Verstärkungsfasern 56, kann man aufgrund eines mathematischen Modells berechnen, dass bei einer für den gewünschten Auskämmeffekt notwendigen Dichte von Oberflächenstrukturelementen pro Flächeneinheit von  $100 \text{ mm}^2$  eine minimale Zahl von Umschlaufungsalternativen von  $10^8$  vorteilhaft sind. Hierbei wird, wie in Figur 3 gezeigt, die Berechnung anhand von 20 Dreier-Reihen an Oberflächenstrukturelementen 54, die jeweils vier Umschlaufungsalternativen bieten, gerechnet.

Weiter bevorzugt ist eine minimale Zahl an Umschlaufungsalternativen von  $10^{12}$ .

Umgerechnet auf das Flächenelement von  $100 \text{ mm}^2$  ergibt sich so eine minimale Belegung dieser Fläche mit 7 bis 9 Oberflächenstrukturelementen.

Aufgrund der Tatsache, dass die Oberflächenstrukturelemente nicht über die Außenkontur 52 des Schneckenelements 50 hinausragen, kann, da das benachbarte auf der parallelen Schneckenwelle angeordnete Schneckenelement sich mit seiner Außenkontur an der Außenkontur 52 des Schneckenelements 50 abrollt, keine Schneidwirkung eintreten und es bleibt bei dem zuvor beschriebenen Auskämmeffekt im Zwickel zwischen den beiden Schneckenelementen.

A 56 352 g  
2. Oktober 2001  
g-281

Figur 4 zeigt nun in einer fotografischen Darstellung eine mögliche Anordnung der erfindungsgemäßen Schneckenelemente 50 in einem Zweiwellenextruder 60 mit zwei Wellen 62, 63 in unterschiedlicher perspektivischer Darstellung. Hier sind jeweils auf den beiden Wellen 62, 63 auf gleicher Höhe erfindungsgemäße Schneckenelemente 50 angeordnet, wobei diese durch weitere Schneckenelemente 64 von einander auf Abstand gehalten werden. Die Schneckenelemente 64 können zur Grobverteilung verwendet werden, und im vorliegenden Beispiel der Figur 4 findet eine Feinverteilung wechselweise mit einer Grobverteilung statt.

Vor und nach den erfindungsgemäßen Schneckenelementen 50 können herkömmliche schraubenförmige Schneckenelemente verwendet werden, wie dies anhand der Schneckenelemente 66, 67 in Figur 4 dargestellt ist. Um den Auskämmeffekt der erfindungsgemäßen Schneckenelemente besser zu illustrieren und quantifizierbar zu machen wird im Folgenden anhand von Figur 5 ein Test beschrieben, mit dem sich die Effizienz eines erfindungsgemäßen Schneckenelementes bestimmen lässt.

Hier wird insbesondere die Nadelstruktur dieser Oberflächenstrukturelemente deutlich im Vergleich zu konventionellen Igel-, Schnecken-, Zahn- und Turbinenmischelementen, deren Wirkung sich auf die Knet-, Misch- und/oder Förderfunktion beschränkt.

Im Test wird eine Monoschicht 72 mit elastomeren Kunststoffpartikeln 74 (z.B. aus Ethylen/Okten-Copolymer vom Typ Engage 8200) ausgelegt, welche einen Durchmesser von 2 mm aufweisen. Mit der in Figur 5 dargestellten Halterung 70, werden die über eine vorgegebene Versuchsbreite aneinander gereiht drehbar gehaltenen erfindungsgemäßen Schneckenelemente 50 nun mit einer vorgegebenen Kraft ( $F=100\text{N}$ ) über die Monoschicht 72 geführt. Wünschenswert ist ein Einsammelerfolg von mindestens 5 % bei einem Verfahrensweg der Halterung 70, die im Umfang der Außenkontur der verwendeten Schneckenelemente 50 ent-

A 56 352 g  
2. Oktober 2001  
g-281

spricht. Die Verfahrensgeschwindigkeit ist an sich nicht kritisch, jedoch empfiehlt sich ein Wert von ungefähr 10 cm/30 s.

Die erfindungsgemäßen Schneckenelemente eignen sich insbesondere für die Verarbeitung von Naturfasermaterialien zu Naturfaserverbundmaterialien, wobei die flexiblen Naturfasern homogen und schonend auseinander gekämmt und in einer extrem gleichmäßigen Verteilung in der Polymerschmelze eingearbeitet werden. Insbesondere beobachtet man in den fertigen Bauteilen, dass hier mehr oder weniger nur Elementarfasern und keine Agglomerate mehr vorliegen, wobei der Langfaseranteil ( $l_F > 1 \text{ mm}$ ) mindestens 20 Gew.-% beträgt.

In probeweise hergestellte Platten mit einer mit 1 phr Maleinsäureanhydrid modifizierten Polypropylenmatrix wurden 30 Gew.-% Röstflachs eingearbeitet. Die anschließend in einem Pressvorgang hergestellten Platten mit einer Dicke von 3 mm zeichnen sich durch herausragende mechanische Eigenschaften sowohl im statischen als auch dynamischen Belastungsfall aus. Für die Zugfestigkeit und die Schlagzähigkeit, welche an Proben quer und längs zur Extrusionsrichtung ermittelt wurden, erhält man mittlere Kennwerte in der Höhe von  $93 \text{ N/mm}^2$  und  $18 \text{ kJ/m}^2$ .

A 56 352 g  
2. Oktober 2001  
g-281

## PATENTANSPRÜCHE

1. Schneckenelement für Zweiwellenextruder mit gleichsinnig drehenden Schneckenwellen und mit dichtkämmender Außenkontur der darauf angeordneten Schneckenelemente, dadurch gekennzeichnet, dass im Bereich der Oberfläche des Schneckenelements eine Mehrzahl von Oberflächenstrukturelementen angeordnet ist, welche die Außenkontur des Schneckenelements nicht überragen.
2. Schneckenelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberflächenstrukturelemente sich maximal 5 mm von der Außenkontur des Schneckenelements senkrecht zur Tangentialrichtung nach innen erstrecken.
3. Schneckenelement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberflächenstrukturelemente an ihrer der Außenkontur benachbarten Spitze eine Oberfläche von  $\leq 2 \text{ mm}^2$ , weiter bevorzugt  $\leq 1,8 \text{ mm}^2$  aufweisen.
4. Schneckenelement nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberflächenstrukturelemente Grundkörper aufweisen, die ähnlich sind zu Pyramiden, Kegelstümpfen, Zylinder oder Quaderformen.
5. Schneckenelement nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Schneckenelement Oberflächenstrukturelemente aufweist, deren Querschnitt sich von deren Basis zur Spitze vermindert.

A 56 352 g  
2. Oktober 2001  
g-281

6. Schneckenelement nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberflächenstrukturelemente im Wesentlichen konisch ausgebildet sind.
7. Schneckenelement nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberflächenstrukturelemente mit einer Flächendichte angeordnet sind, derart, dass sich bei einer Flächeneinheit von  $100 \text{ mm}^2$  mindestens  $10^8$  Umschlaufungsmöglichkeiten für eine flexible Faser ergeben.
8. Schneckenelement nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Außenkontur des Schneckenelements so ausgebildet ist, dass sich zwischen zwei Schneckenelementen auf parallelen Schneckenwellen ein Außenkonturenabstand von maximal 5 mm ergibt.
9. Schneckenelement nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberflächenstrukturelemente so ausgebildet sind, dass sie keine Schneidwirkung ausüben.
10. Zweiwellenextruder mit gleichsinnig drehenden Schneckenwellen, umfassend pro Welle ein oder mehrere Schneckenelemente gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9.
11. Zweiwellenextruder nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Schneckenelemente in Transportrichtung des Extruders gesehen nach einer Einspeisevorrichtung für Fasermaterialien auf den Wellen angeordnet sind.
12. Zweiwellenextruder nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass pro Welle mehrere Schneckenelemente hintereinander angeordnet sind.

A 56 352 g  
2. Oktober 2001  
g-281

13. Zweiwellenextruder nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Schneckenelemente auf ihrer jeweiligen Welle in Axialrichtung zu einander beabstandet angeordnet sind.
14. Zweiwellenextruder nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass in Transportrichtung des Extruders nach einer Einspeisevorrichtung für Fasermaterialien zunächst Schneckenelemente für eine Grobverteilung der Fasermaterialien vorgesehen sind und anschließend Schneckenelemente zur homogenen Verteilung der Fasermaterialien in der Kunststoffschmelze angeordnet sind.
15. Verwendung von Schneckenelementen gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, zur Vereinzelung und Einarbeitung von Fasern in Kunststoffschmelzen.
16. Verwendung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Fasern Naturfasern, insbesondere Flachs-, Hanf-, Kenaf-, Sisal-, Kokos-, Baumwoll- oder Jutefasern sind.
17. Verwendung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Fasern anorganischer Natur, insbesondere Glas- oder Kohlefasern sind.
18. Verwendung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Fasern Aramidfasern sind.
19. Verwendung nach einem der Ansprüche 15 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Fasern nach dem Compoundiervorgang eine mittlere Faserlänge von mindestens 1 mm aufweisen.



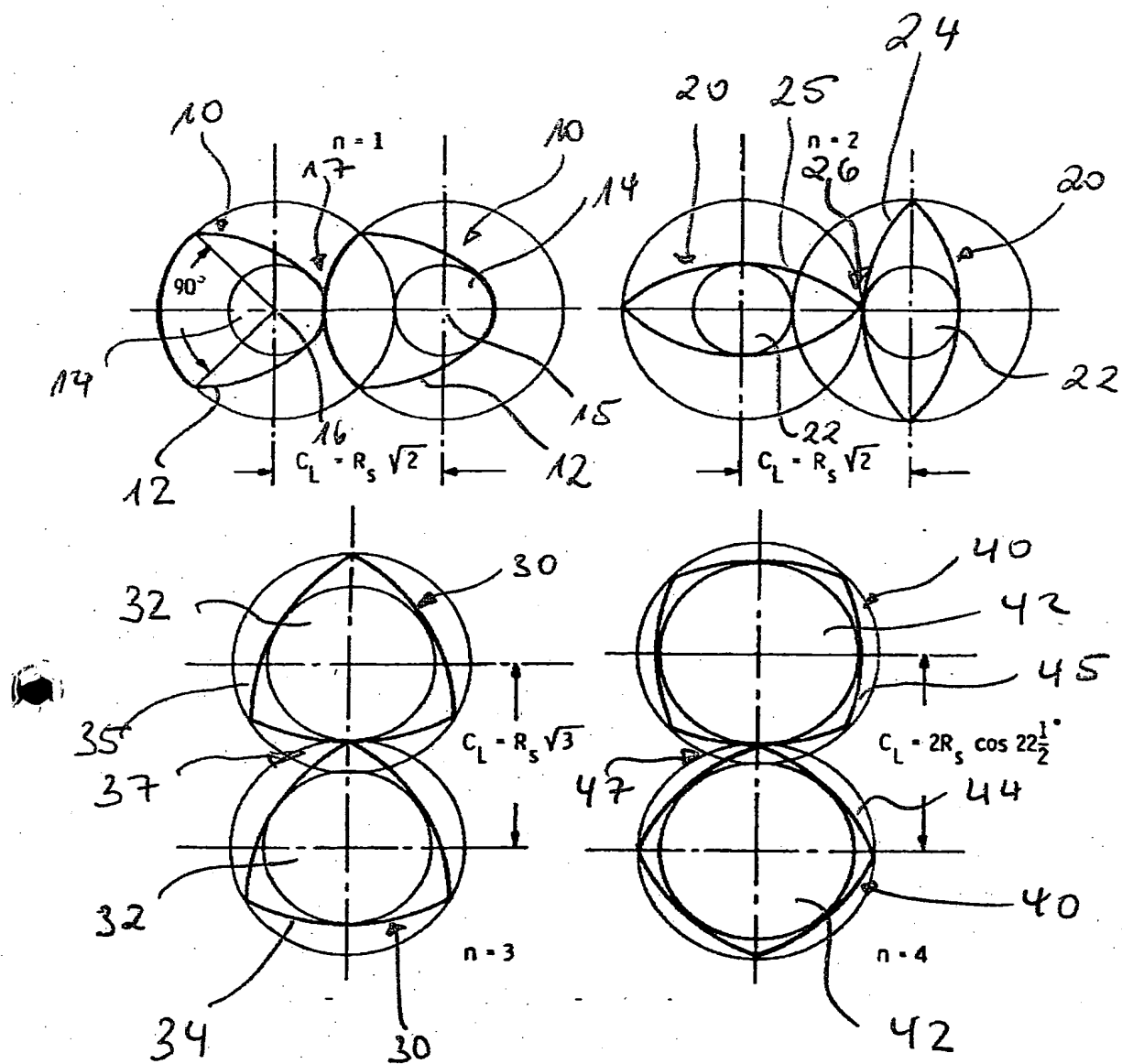


Fig. 1

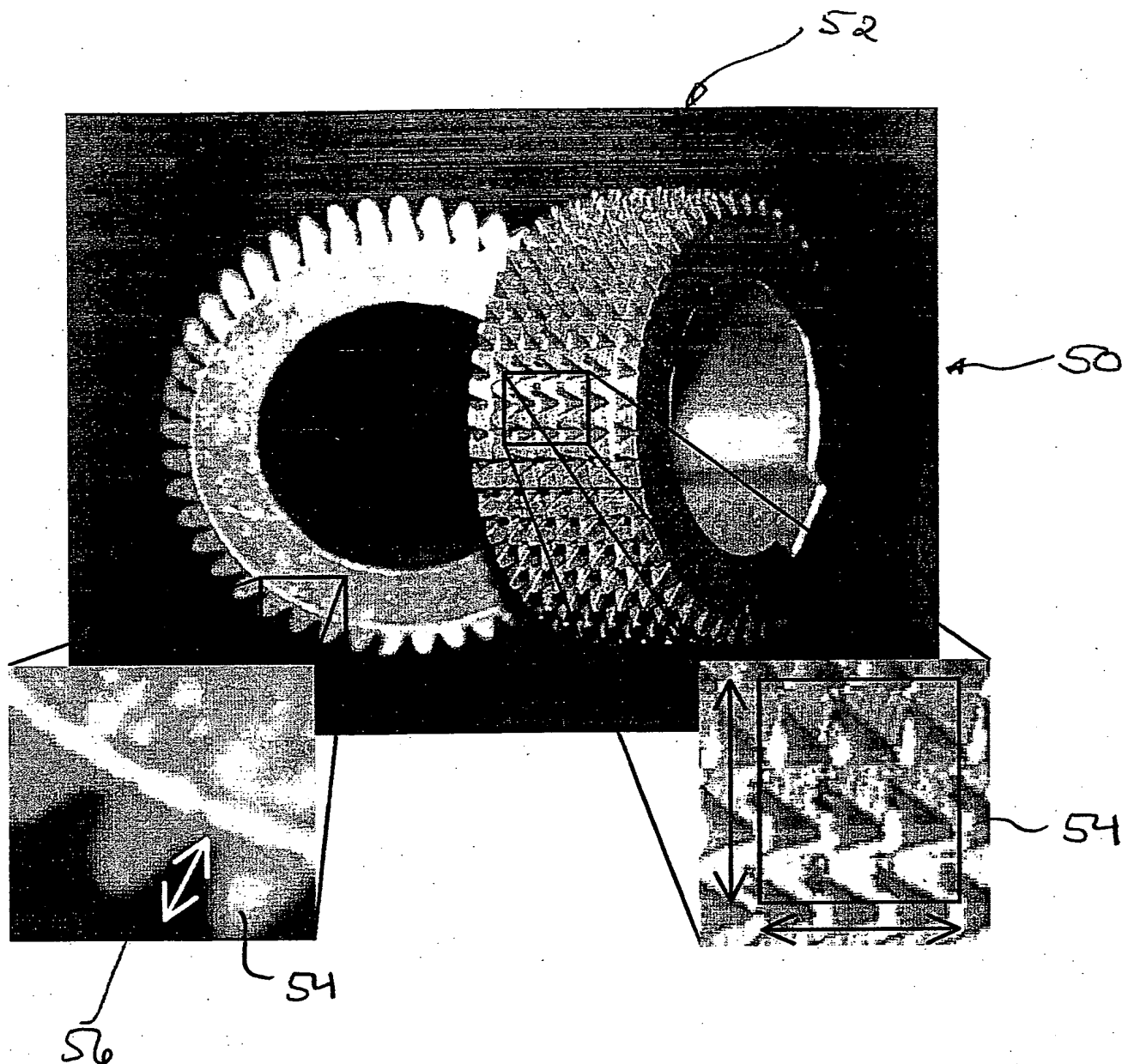


Fig. 2

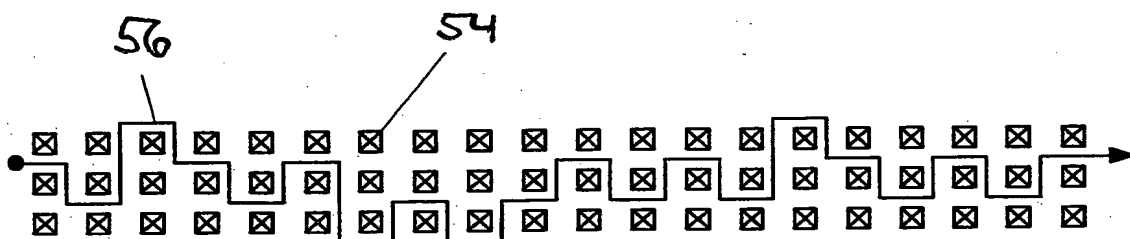


Fig. 3

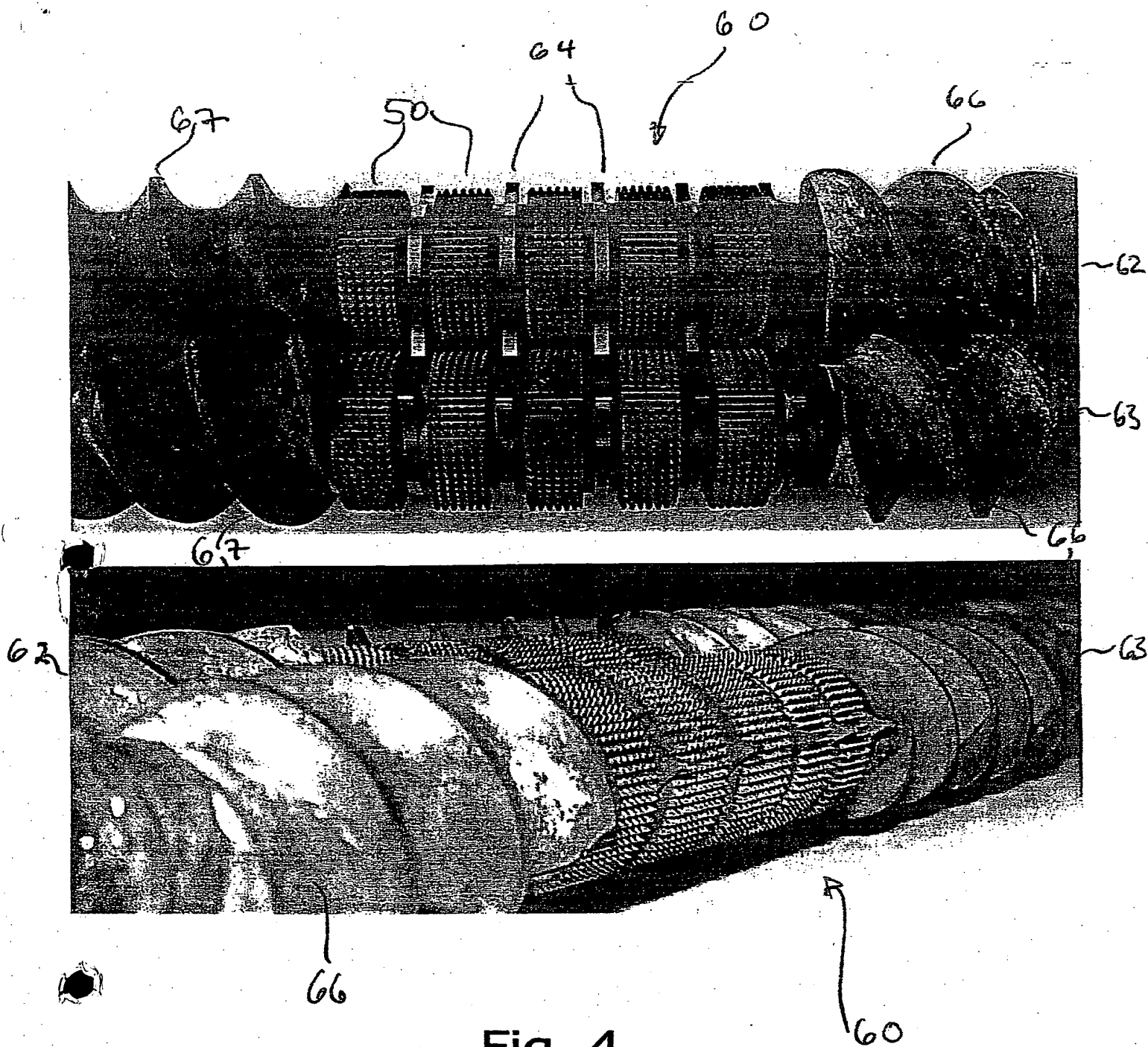


Fig. 4

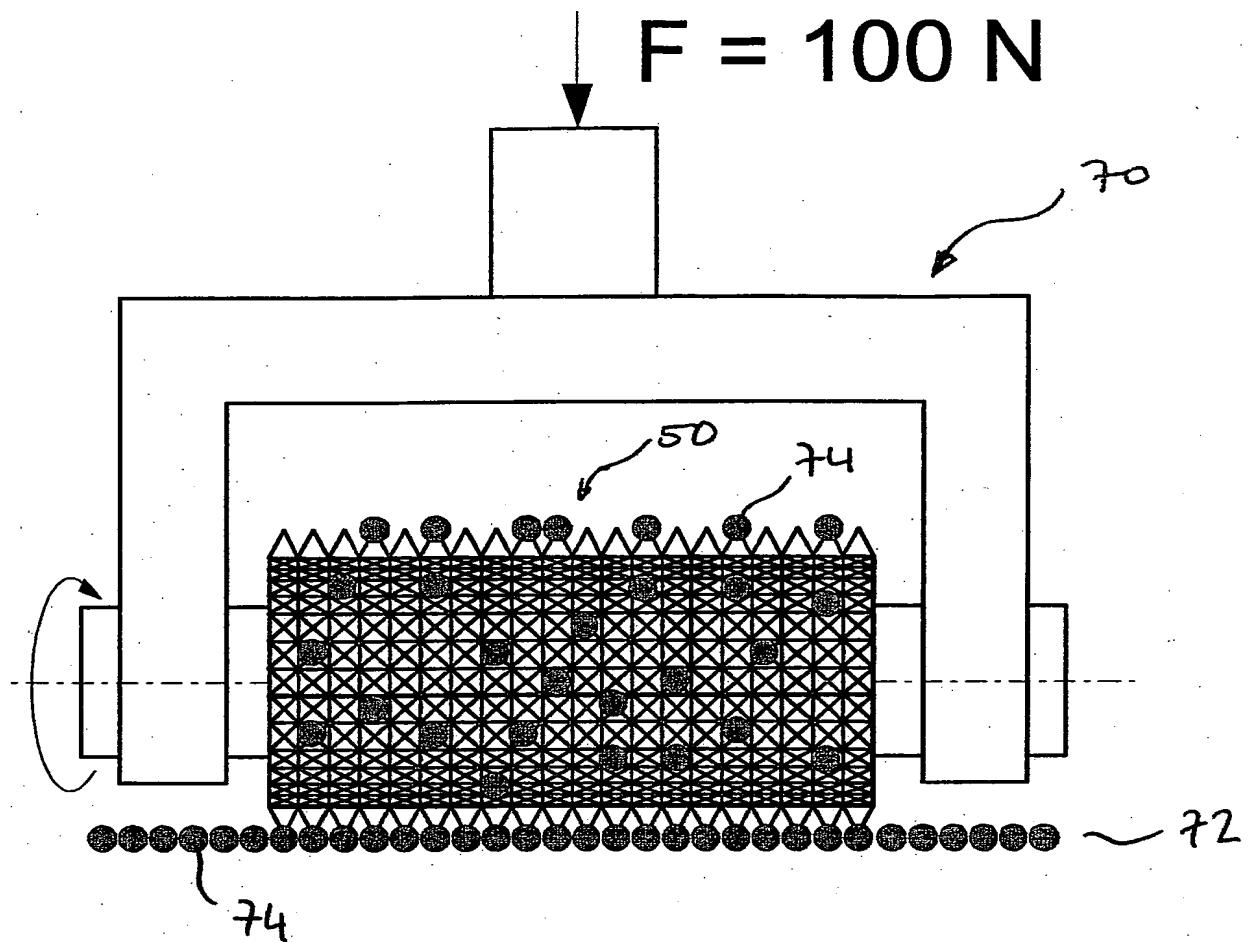


Fig. 5